LE POINT EN RECHERCHE

Conception d'immeubles collectifs abordables à faible consommation d'énergie

Étude de cas : résidence de la Coopérative du Bois Ellen, Laval (Québec)

Avril 2016 Série technique

INTRODUCTION

Le présent *Point en recherche* traite de la conception de l'un des immeubles collectifs abordables à faible consommation d'énergie de la Coopérative du Bois Ellen, située à Laval (Québec). L'étude de cas a été menée en raison de l'intérêt grandissant à l'égard de la conception d'immeubles collectifs abordables, durables et éconergétiques qui présentent des avantages pour les occupants, les responsables techniques et l'environnement. La Coopérative du Bois Ellen est formée d'un ensemble de bâtiments plurifamiliaux de faible a moyenne hauteur avec un bâtiment comptant six étages (Y), situés en bordure de la rue Robert Élie, et d'un bâtiment de treize étages (X/Z) situé à la limite nord du site. Les bâtiments ont des fondations, des dalles de plancher et de toiture, des colonnes et des murs de béton coulé sur place et résistant au feu. Ils sont revêtus d'une combinaison de briques et de panneaux métalliques appuyés sur une ossature d'acier légère. Le projet de conception visait à tirer pleinement profit des principes durables qui convenaient le mieux aux objectifs et à la situation de la Coopérative du Bois Ellen et à décrire les innovations pouvant s'appliquer au bâtiment de six étages désigné par la lettre « Y » sur la figure 1. Les résidents de cet immeuble de 166 logements au total sont des jeunes familles et des personnes âgées autonomes à mobilité réduite. Environ les deux tiers des logements comptent de une à deux chambres et sont conçus pour accueillir des personnes âgées autonomes (personnes tout à fait mobiles) et semi-autonomes (personnes ayant besoin d'un déambulateur ou d'un fauteuil roulant).

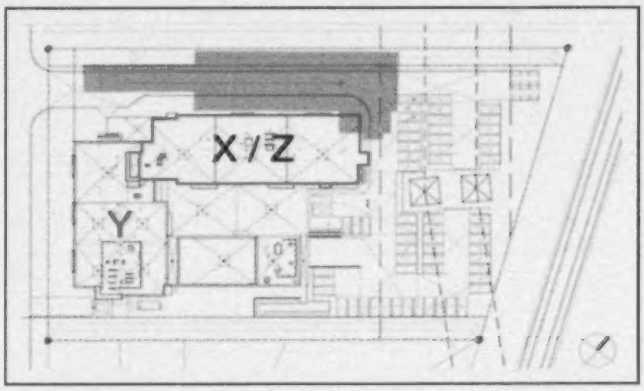

Figure 1 Plan d'aménagement du site de la future résidence de la Coopérative du Bois Ellen, à Laval (Québec). (Source de l'image : Giasson Farregut architectes [GFA] et L'ŒUF)

Le processus de conception avait pour objectifs de déterminer les innovations les plus stratégiques à intégrer dans la conception de cet immeuble collectif afin d'améliorer sa durabilité selon les critères clés énoncés ci-dessous, tout en tenant compte des contraintes financières associées au projet.

- **Efficacité énergétique :** efficacité et complémentarité des systèmes de bâtiment en vue d'atteindre un rendement éconergétique supérieur à la moyenne.
- **Confort :** conception visant à accroître le confort thermique des résidents et à améliorer la qualité de l'air intérieur.

Canada

SCHL CMHC

- **Durabilité :** sélection et intégration de matériaux, éléments et systèmes de bâtiment durables et nécessitant peu d'entretien, qui atténuent grandement les risques potentiels à court et à long terme.
- **Résilience :** adaptabilité future (préparation pour l'avenir) — les choix de systèmes de bâtiment résilientes pouvant être adaptées à long terme selon la manière dont le bâtiment sera sollicité, y compris l'évolution des sources d'énergie, les changements climatiques et les phénomènes météorologiques violents.

Étant donné que la Coopérative du Bois Ellen prend un grand soin de ses résidents, l'équipe de conception a été encouragée à présenter au propriétaire un immeuble qui ne nécessitera qu'un entretien normal, qui sera facile à exploiter et dont l'enveloppe sera durable et à haut rendement.

MÉTHODE

Le processus de conception intégrée (PCI) offre aux équipes de production de logements un cadre au sein duquel une équipe d'experts interdisciplinaire établit des objectifs, puis s'engage dans un processus itératif de compromis, de rétroaction et d'optimisation en vue d'atteindre le plus grand nombre d'objectifs possible, tout en tenant compte des contraintes liées au budget des dépenses en capital et au budget de fonctionnement.

Dans le cadre de la charrette de conception intégrée qui a été organisée pour concevoir la partie Y de la résidence de la Coopérative du Bois Ellen, les participants ont été invités à explorer et à prendre en compte tous les aspects de l'ensemble qui pourraient avoir une incidence sur le rendement. Les participants et les intervenants se sont concentrés sur la conception de l'enveloppe du bâtiment, des systèmes mécaniques du bâtiment, et sur le caractère complémentaire et interdépendant éventuel des systèmes qui, ensemble, peuvent améliorer le rendement global du bâtiment et le confort des occupants.

RÉSULTATS

Processus de conception intégrée

Dès le début du processus de conception, une analyse par simulations de la consommation d'énergie du bâtiment dans son ensemble a été entreprise afin de comprendre et de prévoir le rendement énergétique de l'immeuble proposé, étant donné les nombreuses options de conception envisagées. L'équipe du projet a tenté d'utiliser des moyens « passifs » pour parvenir à l'efficacité énergétique. Les principes de conception d'un bâtiment passif à faible consommation d'énergie ont inspiré un grand nombre des innovations techniques envisagées pour ce projet. Bon nombre des recommandations et des innovations techniques en matière de science du bâtiment sont attribuables à l'expérience collective des conseillers experts, des clients et des autres participants au PCI; elles ont été appliquées aux trois points d'intérêt particuliers suivants :

1. *Amélioration de l'enveloppe du bâtiment* — élément essentiel à l'efficacité énergétique d'un bâtiment à long terme.
2. *Amélioration des systèmes de bâtiment*, y compris le système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC), la plomberie et le système électrique — élément important relativement au rendement global du bâtiment.
3. *Mise en œuvre de mécanismes efficaces de coordination, de mise à l'essai et de surveillance du rendement* lors de la construction et du suivi pendant une année, qui est nécessaire pour connaître les résultats des mesures intégrées dans le bâtiment.

Amélioration de l'enveloppe du bâtiment

Choix et installation stratégiques des fenêtres et des portes

Dans la plupart des enveloppes de bâtiment, les fenêtres et les portes sont des points faibles de la résistance thermique globale des murs extérieurs. En ce qui concerne l'ensemble de la Coopérative du Bois Ellen, les simulations effectuées dans le cadre de l'analyse du bâtiment dans son ensemble ont permis de déterminer que des économies d'énergie importantes pourraient être réalisées en investissant d'abord dans l'installation de fenêtres à triple vitrage munies de cadres offrant une bonne performance sur la façade orientée vers le nord.

Emplacement et épaisseur de l'isolant

Pour égaler ou dépasser les valeurs d'isolation établies par les normes Novoclimat, l'équipe de conception intégrée a conçu des murs extérieurs comportant des panneaux isolants semi-rigides de 125 mm (5 po) d'épaisseur, installés par l'extérieur (c'est-à-dire à l'extérieur de l'ossature d'acier qui sert d'appui). Cette configuration a une valeur RSI nominale de 4,4 (R-25), aide à réduire le risque que les murs soient endommagés par la condensation et l'humidité et protège l'intégrité du pare-air qui recouvre les panneaux des murs extérieurs. Elle améliore le rendement et la durabilité de l'enveloppe du bâtiment et diminue la complexité des travaux et les coûts connexes. Elle peut également faire diminuer les coûts de réparation et d'entretien à long terme.

Selon l'analyse de la consommation d'énergie de l'ensemble du bâtiment de la Coopérative du Bois Ellen, l'installation sur le toit de panneaux isolants rigides de 125 mm (5 po) d'épaisseur et d'une valeur RSI nominale de 5,18 (R-29,5) serait une stratégie rentable pour réduire les pertes de chaleur en hiver et les gains de chaleur en été.

Réduction des ponts thermiques

Il est extrêmement important de réduire les ponts thermiques pour assurer l'intégrité et la durabilité globales de l'enveloppe du bâtiment, car ils peuvent faire diminuer considérablement les valeurs isolantes efficaces des murs, même de ceux qui sont très bien isolés. L'équipe du projet de la Coopérative du Bois Ellen a mis l'accent sur la réduction des ponts thermiques aux endroits indiqués ci-dessous.

A. Dans l'isolant des murs extérieurs. Des ponts thermiques importants pourraient se former au niveau des entremises qui maintiennent l'isolant extérieur en place et qui soutiennent les matériaux de parement extérieur, étant donné qu'elles sont omniprésentes dans les murs extérieurs. La réduction de ces ponts thermiques courants a donc été un des buts importants de l'équipe du projet, qui a envisagé plusieurs façons rentables d'y parvenir, comme l'utilisation d'entremises non conductrices ou d'entremises à rupture thermique.

B. Au niveau des linteaux qui appuient le parement de maçonnerie. Étant donné que les linteaux qui soutiennent le parement de maçonnerie supportent de lourdes charges, il peut être difficile et cher d'atténuer ces ponts thermiques. L'équipe du projet a examiné des manières de concevoir les linteaux supportant la maçonnerie afin d'y intégrer une coupure thermique. Elle a envisagé, par exemple, de réduire les ponts thermiques en ancrant les linteaux à la structure du bâtiment de façon intermittente (plutôt que de façon continue). En outre, l'équipe a examiné des façons d'intégrer des joints ou d'autres matériaux non conducteurs dans les éléments porteurs intermittents afin de créer une rupture thermique, tout en conservant la résistance structurale nécessaire pour supporter le parement de maçonnerie.

C. Aux balcons et aux loggias. Les balcons en porte-à-faux représentent une source majeure de ponts thermiques qui donnent souvent lieu à des planchers et des plafonds froids à l'endroit où ils se rattachent aux dalles de plancher. Pour réduire les pertes de chaleur, l'équipe du projet a choisi d'utiliser des barres d'armature non conductrices et des panneaux isolants rigides au niveau des joints structuraux entre les dalles de plancher de béton et les dalles extérieures de balcon et de loggia.

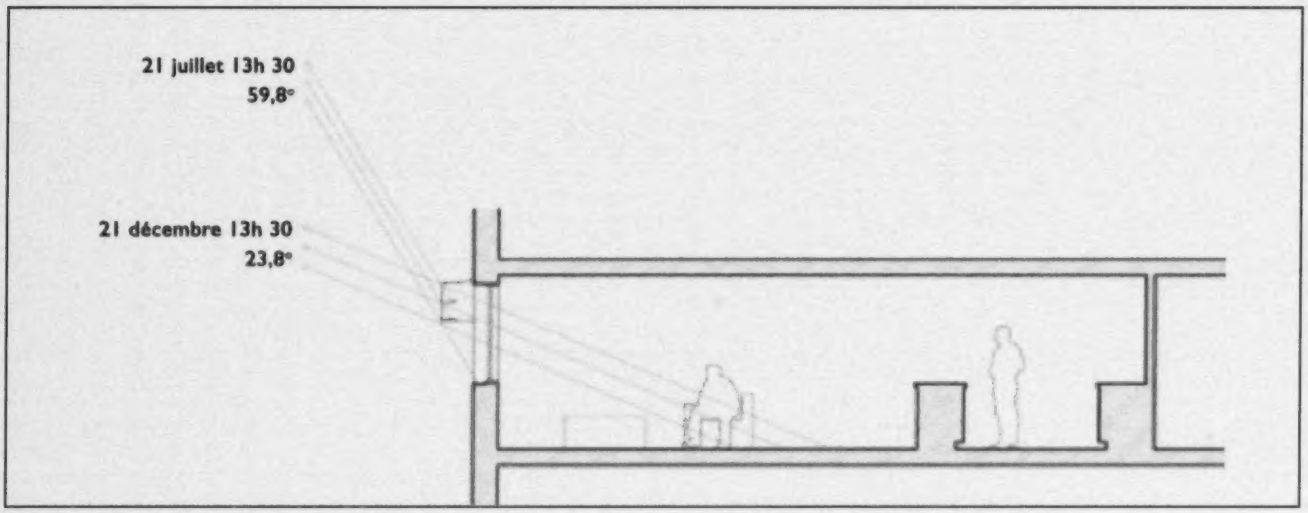

Figure 2 Pénétration du rayonnement solaire sur la façade sud-ouest, le 21 juillet et le 21 décembre.

Vue en section de la façade sud-ouest du bâtiment de six étages montrant le brise-soleil fixe proposé et la pénétration du rayonnement solaire à 13 h 30, en été et en hiver. (Source : L'ŒUF)

Ombrage passif – brise-soleil

L'équipe de conception a proposé d'installer sur la façade orientée vers le sud-ouest des dispositifs de contrôle des gains de chaleur solaire (brise-soleil) afin de permettre ces gains en hiver, mais de les réduire (d'environ 80 %) en été (figure 2). Des vitrages isolants à gain solaire élevé combinés à des brise-soleil fixes installés à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment permettent de diminuer, suivant les besoins, les gains de chaleur solaire afin de réduire les charges de climatisation, pour le plus grand bien des résidents de l'immeuble. Même s'il n'est pas prévu que les dispositifs d'ombrage fixes conçus par l'équipe du projet éliminent complètement les gains de chaleur en été, leur simplicité et le peu d'entretien qu'ils nécessitent a fortement influencé la décision de les inclure dans la conception de l'ensemble.

Suivant la prise en compte des contraintes budgétaires par rapport aux avantages de l'installation de brise-soleil sur les autres façades du bâtiment, il a été déterminé que des brise-soleil ne seraient pas installés sur toutes les façades lors de la construction initiale. Cependant, il a été proposé d'installer sur la structure des plaques d'ancrage munies d'une rupture thermique afin de pouvoir y ajouter ultérieurement des brise-soleil.

Toiture végétalisée

La toiture du bâtiment de six étages sera conçue pour être prête à devenir une toiture végétalisée à l'avenir. Bien que des toits végétalisés soient proposés lors de la construction initiale d'autres bâtiments sur le site, celui de l'immeuble de six étages ne peut être intégré dans le budget du projet. Cependant, une membrane de couverture de couleur pâle et des écrans anti-racines seront installés en vue de la création d'un toit végétalisé.

Amélioration des systèmes de bâtiment

Stratégie de ventilation

Une stratégie de ventilation mécanique équilibrée a été proposée pour l'ensemble. Elle prévoit un contrôle individuel partiel grâce à l'installation d'un ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) dans chacun des logements, qui bénéficieront également des gains d'efficacité associés à un système centralisé de conditionnement préalable de l'air frais d'appoint (y compris le préchauffage de l'air en hiver et sa déshumidification en été). La figure 3 montre comment l'installation d'un système centralisé d'admission d'air sur le toit du bâtiment peut améliorer la qualité de l'air intérieur. Lors des journées ensoleillées en hiver et pendant les saisons intermédiaires, ce système de ventilation hybride est complété par un système central alimenté par le préchauffage solaire.

Stratégie de plomberie à faible consommation d'eau

Les appareils sanitaires proposés dans le cadre de ce projet sont des modèles à faible consommation d'eau et à débit réduit. En outre, la chaleur des eaux usées des douches sera récupérée et réintégrée dans le chauffe-eau domestique. L'installation de plomberie a également été conçue pour permettre la conversion ultérieure du chauffe-eau électrique en chauffe-eau solaire.

Mobilisation et responsabilités des résidents

Une fois l'immeuble occupé, la surveillance des systèmes et la participation des résidents permettront un fonctionnement aussi efficace que possible. De plus, puisque les systèmes sont en partie contrôlés par les résidents et sont munis de compteurs individuels, d'autres mesures incitatives pourront être prises pour que les résidents adoptent des habitudes favorisant l'efficacité énergétique.

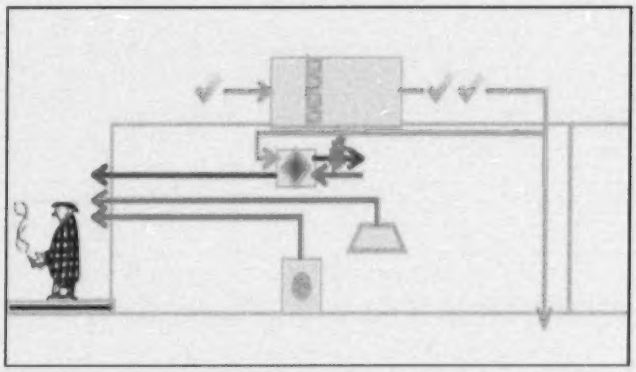

Figure 3 Concept de ventilation proposé pour Bois Ellen : les prises d'air extérieur sont situées sur le toit, loin des aires communes pour fumeurs. Un grand système commercial conditionne l'air avant qu'il n'entre dans les VRC individuels. Le système installé sur le toit se caractérise par une filtration très efficace qui améliore la qualité de l'air extérieur en éliminant les fines particules. (Illustration du fumeur : free.clipartof.com. Concept d'image : Frédéric Genest, Pageau Morel.)

Choix de matériaux à faible émission de polluants

Pour améliorer la qualité de l'air intérieur, bon nombre des matériaux de construction abordables choisis (en particulier les revêtements intérieurs, mais à l'exception du mobilier intégré) contiennent peu ou pas de composés organiques volatils (COV).

Mise en œuvre de mesures efficaces de coordination, de mise en service et de surveillance du rendement

Agent de coordination et de mise en service

Selon les documents d'appel d'offres, l'entrepreneur général doit retenir les services d'un agent de mise en service afin d'assurer l'installation coordonnée et réussie de tous les systèmes techniques, y compris l'administration des programmes de garantie et d'entretien.

Durabilité, entretien et cycles de vie variés

Étant donné les différences entre les systèmes mécaniques (pièces mobiles) et les éléments fixes (comme la plupart des parties de l'enveloppe du bâtiment), la durabilité et les exigences en matière d'entretien des différents systèmes et éléments du bâtiment ne seront invariablement pas les mêmes. Ces différences ont été prises en compte dans l'analyse du cycle de vie du bâtiment et dans la planification de ses programmes d'exploitation et d'entretien.

Vérification de l'étanchéité à l'air

Le projet de la Coopérative du Bois Ellen vise à atteindre 0,9 renouvellement par heure (à une pression d'air de 50 pascals), ce qui représente une amélioration importante par rapport à la norme Novoclimat en matière d'étanchéité à l'air, qui est de 1,5 renouvellement par heure (à 50 pascals). L'intégrité de l'enveloppe extérieure et l'étanchéité à l'air entre les logements adjacents et entre les logements et les couloirs seront vérifiées en deux temps :

1. après la construction de l'enveloppe, mais avant l'installation des équipements techniques et du revêtement intérieur en plaques de plâtre;
2. après l'installation des équipements techniques, mais avant l'achèvement substantiel des travaux.

Surveillance du fonctionnement des fenêtres, des portes et des systèmes de ventilation mécanique

Le fonctionnement des portes et des fenêtres peut avoir des effets importants sur le chauffage, la climatisation, la ventilation et la qualité de l'air d'un bâtiment. Par conséquent, il vaut mieux comprendre le comportement des occupants. Une surveillance du fonctionnement des fenêtres et des portes et des évaluations suivant l'emménagement des occupants sont prévues au moment de l'occupation initiale, puis après trois, six et douze mois.

CONCLUSIONS

Le scénario de base analysé relativement à la Coopérative du Bois Ellen prévoyait une demande d'énergie totale d'environ 240 kWh/m^2/année (22,30 kWh/pi^2/année), dont une demande de chauffage d'environ 144 kWh/m^2/année (13,38 kWh/pi^2/année). Les effets combinés de la mise en œuvre des mesures d'économie d'énergie élaborées durant le PCI de Bois Ellen ont fait diminuer la demande d'énergie totale prévue à environ 135 kWh/m^2/années (12,54 kWh/pi^2/année), dont une demande de chauffage d'environ 43 kWh/m^2/année (3,99 kWh/pi^2/année). Cela représente une réduction approximative prévue de 42 % de la consommation d'énergie totale et de 70 % de la consommation d'énergie pour le chauffage.

Dans la présente étude, le processus de conception intégrée (PCI) et l'analyse du bâtiment dans son ensemble ont constitué des outils de conception précieux qui ont facilité l'intégration de mesures environnementales durables dès les premières étapes de la conception d'immeubles collectifs de faible et de moyenne hauteur. Le but visé a été atteint : améliorer d'environ 40 % le rendement énergétique global de l'immeuble dans sa forme finale par rapport à la consommation d'énergie résidentielle moyenne au Québec. Étant donné la composition finale des futurs résidents de la Coopérative du Bois Ellen, soit des personnes âgées et des jeunes familles, des systèmes de bâtiment durables, faciles à utiliser et nécessitant peu d'entretien seront intégrées dans cet ensemble. La mobilisation et la sensibilisation des résidents à l'égard du fonctionnement et de l'entretien du bâtiment peuvent également jouer un rôle important relativement à la quantité globale d'énergie qui sera consommée et économisée. Les autres buts importants, comme l'amélioration du confort thermique, de la qualité de l'air et de la durabilité de l'enveloppe à long terme, ont tous été intégrés dans la conception finale, tout en respectant les contraintes liées à l'abordabilité.

CONSÉQUENCES POUR LE SECTEUR DE L'HABITATION

Les méthodes de conception et d'analyse, y compris le processus de conception intégrée (PCI) et l'analyse du bâtiment dans son ensemble, peuvent être des outils utiles dans le cas des ensembles complexes, comme les immeubles collectifs. Ces outils et processus peuvent être appliqués plus généralement pour faciliter la conception d'immeubles solides et éconergétiques. Ce projet démontre comment l'efficacité énergétique et la durabilité peuvent être intégrées de façon abordable dans la conception d'immeubles collectifs à faible consommation d'énergie sans accroître la complexité du bâtiment et de son entretien fonctionnel à l'avenir.

Principaux collaborateurs : Daniel Pearl et Cecilia Chen, L'ŒUF s.e.n.c.
Frédéric Genest, Pageau Morel et associés Inc.
Curt Hepting, EnerSys Analytics Inc.

Agent de projet de la SCHL : Woytek Kujawski

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent Point en recherche fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

68544

©2016, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 19-02-16

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.